

IMPROVED MODEL PADA SKEMA PEMBIAYAAN LAYANAN INFORMASI DENGAN BIAYA PENGAWASAN(MONITORING COST)DANBIAYA MARJINAL (MARGINAL COST)UNTUK FUNGSI UTILITAS PERFECT SUBSTITUTE

Robinson Sitepu¹, Fitri Maya Puspita, Irmeilyana, Anggi Nurul Pratiwi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

¹Emailrobinson.sitepu@rocketmail.com

Abstract

ISP is an organization that provides services to access the Internet both for personal, offices, schools and to the public. In previous research has focused on the selection of utility functions that can maximize the benefits for service providers and ignore the marginal costs and monitoring costs. In fact, the marginal cost and monitoring is also an important issue in the development of information services primarily affects the maximum objective function for three financing schemes flat fee, usage-based and two-part tariff. In this paper will try to analyze financing schemes at a cost information service monitoring (monitoring costs) and marginal cost (marginal cost) for the utility function perfect substitute. Financing schemes will be used, namely a flat fee, usage-based, and the two-part tariff. The study will analyze two types of customers, namely consumers homogeneous and heterogeneous consumers. This paper will analyze financing schemes which are most favorable to the ISP will use later. The results of the research in this paper will be able to establish the best financing schemes that can be adopted by ISPs.

Keywords: utility function, perfect substitute, marginal cost, monitoring cost

Abstrak

ISP merupakan sebuah wadah atau organisasi yang menyediakan layanan jasa dalam mengakses internet baik untuk pribadi, perkantoran, sekolah-sekolah maupun untuk umum. Penelitian terdahulu berfokus pada pemilihan fungsi utilitas yang dapat memaksimalkan keuntungan bagi penyedia layanan dan mengabaikan biaya marjinal dan biaya monitoring. Pada kenyataannya biaya marjinal dan monitoring juga menjadi isu penting dalam perkembangan layanan informasi terutama mempengaruhi maksimum fungsi objektif untuk tiga skema pembiayaan flat fee, usage based dan two part tariff. Pada paper ini akan mencoba untuk menganalisa model skema pembiayaan layanan informasi dengan biaya pengawasan (monitoring cost) dan biaya marjinal (marginal cost) untuk fungsi utilitas perfect substitute. Skema pembiayaan yang akan dipakai yaitu flat fee, usage based, dan two-part tariff. Penelitian ini akan menganalisis 2 jenis konsumen yaitu konsumen homogen dan konsumen heterogen. Paper ini nantinya akan menganalisa skema pembiayaan mana yang paling menguntungkan untuk ISP gunakan nantinya. Hasil dari penelitian dalam paper ini nantinya dapat menetapkan skema pembiayaan terbaik yang dapat digunakan oleh ISP.

Keywords: fungsi utilitas, perfect substitute, biaya marginal, biaya monitor

1. PENDAHULUAN

Penelitian tentang teori rencana pembiayaan telah banyak tersedia, namun hanya sedikit rencana pembiayaan yang melibatkan fungsi utilitas, biaya pengawasan dan biaya marjinal sebagai indikator kepuasan konsumen. Penelitian awal (Indrawati et al., 2014)(Indrawati et al., 2015)telah berupaya menganalisis teori utilitas Cobb-Dougllass, Quasi-linier, perfect substitute dan fungsi bandwidth diminished with increasing bandwidth digunakan dalam tiga tipe skema pembiayaan untuk layanan informasi yakni flat fee, usage based dan two part tariff baik secara analitik dengan bantuan software aplikasi LINGO.

Pada pengujian sebelumnya telah diperoleh hasil untuk konsumen homogen berdasarkan fungsi utilitas perfect substitute, ISP bebas untuk memilih skema pembiayaan flat fee, usage based, atau two-part tariff karena ketiganya menghasilkan keuntungan maksimum yang sama besar. Untuk konsumen heterogen (high end dan low end), sama seperti hasil yang diperoleh untuk konsumen homogen skema pembiayaan yang optimal terdapat pada skema pembiayaan flat fee, usage based atau two part tariff. Oleh karena itu, ISP bebas untuk memilih menggunakan skema pembiayaan yang ada karena memiliki keuntungan maksimum yang sama. Sedangkan untuk konsumen heterogen (high demand dan

low demand) diperoleh hasil skema pembiayaan yang optimal yaitu skema pembiayaan usage based dan two-part tariff.

Pada paper ini, fungsi utilitas *perfect substitute* akan diaplikasikan untuk masalah skema pembiayaan dengan penambahan *biaya monitoring* dan *biaya marginal*. Skema pembiayaan yang akan digunakan yaitu skema pembiayaan *flat fee, usage based, dan two-part tariff*. Paper ini juga akan mengacu pada konsumen homogen dan konsumen heterogen (*high end dan low end*), konsumen heterogen (*high demand dan low demand*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan skema pembiayaan yang telah diberikan (*flat fee, usage-based, dan two-part tariff*) dan harga sesuai dengan penyedia layanan dengan i menunjukkan seorang konsumen yang akan memilih program yang diberikan penyedia layanan dan menentukan tingkat penggunaan layanan oleh konsumen tersebut pada saat jam sibuk atau pun tidak untuk memaksimalkan tingkat kepuasaannya. (Wu & Banker, 2010; Wu et al., 2002).

Parameter yang digunakan oleh Wu & Banker (2010) dan Wu et al. (Wu et al., 2002) untuk masalah konsumen, meliputi biaya untuk tiap layanan, biaya yang diberikan oleh penyedia layanan saat jam sibuk ataupun jam tidak sibuk, fungsi utilitas, level tertinggi konsumen saat menggunakan layanan baik dalam jam sibuk maupun tidak sibuk. Untuk variable keputusan, ingin dicari level penggunaan layanan saat jam sibuk dan jam tidak sibuk serta informasi mengenai keikutsertaan konsumen dalam layanan yang ditawarkan.

Berikut ini merupakan optimasi Masalah Konsumen (Wu & Banker, 2010).

$$\max_{X_i, Y_i, Z_i} U_i(X_i, Y_i) - P_x X_i - P_y Y_i - P Z_i$$

Dengan kendala:

$$X_i \leq \bar{X}_i Z_i$$

$$Y_i \leq \bar{Y}_i Z_i$$

$$U_i(X_i, Y_i) - P_x X_i - P_y Y_i - P Z_i \geq 0$$

$$Z_i = 0 \text{ atau } 1$$

Sedangkan untuk masalah produsen, menurut Wu & Banker (2010), menyatakan parameter yang terlibat diantaranya level konsumsi konsumen pada jam sibuk dan jam tidak sibuk, informasi mengenai keikutsertaan konsumen, dan fungsi utilitas yang digunakan.

Sedangkan variable untuk masalah produsen ini mencakup biaya untuk layanan informasi yang ditetapkan, biaya layanan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk yang ditentukan penyedia layanan.

Selanjutnya, berdasarkan informasi data, optimasi Masalah Produsen (Wu & Banker, 2010) adalah sebagai berikut.

$$\max_{P_x, P_y, P_z} \sum_i (P_x X_i^* + P_y Y_i^* + P Z_i^*)$$

dimana $(X_i^*, Y_i^*, Z_i^*) = \text{argmax } U_i(X_i, Y_i) - P_x X_i - P_y Y_i - P Z_i$

Dengan kendala:

$$X_i \leq \bar{X}_i Z_i$$

$$Y_i \leq \bar{Y}_i Z_i$$

$$U_i(X_i, Y_i) - P_x X_i - P_y Y_i - P Z_i \geq 0$$

$$Z_i = 0 \text{ atau } 1$$

Skema pembiayaan optimal semestinya tergantung pada pengaruh antara dua biaya yakni *marginal dan monitoring*. Dengan menggunakan fungsi utilitas Cobb-Douglas modifikasi, maka Wu and Banker mendapatkan harga *flat fee*: $\pi = P - cX$; untuk memaksimalkan keuntungan, P akan menjadi $a \log(X + 1)$ diperoleh keuntungan maksimal $a \log(X + 1) - cX$

Harga *usage-based*: $\pi = (P_x - c - t)X(P_x)$

Harga *two-part tariff*: $\pi = (P_x - c - t)XP_x + P$

3. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mendefinisikan parameter dan variabel keputusan yang digunakan pada setiap kasus pada model skema pembiayaan.
2. Memformulasikan fungsi utilitas *Perfect Substitute* berdasarkan tiga jenis skema pembiayaan *flat fee, usage-based, dan two-part tariff* untuk dua jenis konsumen, yaitu konsumen homogen dan konsumen heterogen dengan penambahan biaya *marginal dan biaya monitoring*. (2.1)
3. Melakukan analisis terhadap fungsi-fungsi utilitas yang diperoleh berdasarkan langkah 1 dan langkah 2. (2.2)
4. Membandingkan model-model skema pembiayaan yang diperoleh dari analisis pada langkah 3 sehingga diperoleh skema pembiayaan yang optimal pada setiap jenis konsumen. (2.3)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan yang dapat

diperoleh oleh penyedia layanan internet dengan menggunakan skema pembiayaan flat fee, usage based, dan two-part tariff untuk konsumen homogen dan heterogen.

Pada kasus ini akan digunakan fungsi utilitas *Perfect Substitute* (Hutchison, 2011) dengan bentuk: $U(x, y) = ax + by$.

Pada kasus konsumen homogen, anggap semua konsumen memiliki tingkat kepuasan yang sama dan tingkat maksimum penggunaan yang sama di jam sibuk maupun di jam tidak sibuk, yaitu \bar{X} dan \bar{Y} . Dengan fungsi utilitas yang lebih spesifik, setiap konsumen akan mengikuti problem optimasi :

Optimasi Masalah Konsumen :

$$\max_{X,Y,Z} aX + bY - P_X X - P_Y Y - PZ$$

dengan kendala :

$$X \leq \bar{X}Z$$

$$Y \leq \bar{Y}Z$$

$$aX + bY - P_X X - P_Y Y - PZ$$

$$Z = 0 \text{ atau } 1$$

Optimasi Masalah Produsen

$$\max_{P_X, P_Y} \sum_i (P_X X_i^* + P_Y Y_i^* + PZ_i^*)$$

dimana $(X^*, Y^*, Z^*) = \operatorname{argmax} aX + bY - P_X X - P_Y Y - PZ$

Dengan kendala:

$$X \leq \bar{X}Z$$

$$Y \leq \bar{Y}Z$$

$$aX + bY - P_X X - P_Y Y - PZ \geq 0$$

$$Z = 0 \text{ atau } 1$$

Kasus 1a. Skema pembiayaan *flat fee* untuk konsumen homogen berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* dengan tambahan biaya marjinal dan biaya monitoring

Jika ISP memilih untuk menggunakan skema pembiayaan *flat fee* maka ditetapkan $P_X = 0$, $P_Y = 0$, dan $P > 0$. Dengan ditetapkannya ketentuan tersebut maka tingkat konsumsi konsumen akan menjadi $X = \bar{X}$ dan $Y = \bar{Y}$. dari persamaan (2.7) dikombinasikan dengan penambahan biaya marjinal dan biaya monitoring, sehingga menjadi:

$$\max_{X,Y,Z} a\bar{X} + b\bar{Y} - P - (\bar{X} + \bar{Y})c \quad (2.14)$$

Berdasarkan kendala (2.10), diperoleh:

$$\Leftrightarrow P \leq a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c$$

Optimasi masalah produsen:

$$\begin{aligned} \max_{P_X, P_Y} \sum_i (P_X X_i^* + P_Y Y_i^* + PZ_i^*) \\ = \max_{P_X, P_Y} \sum_i (0 \cdot X_i^* + 0 \cdot Y_i^* \\ + P(1)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \max_{P_X, P_Y} \sum_i (0 + 0 + a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c) \\ &= \max_{P_X, P_Y} \sum_i (a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c) \end{aligned} \quad (2.15)$$

Jadi, biaya yang dikenakan pada skema pembiayaan *flat fee* ini adalah $a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c$ dan keuntungan maksimum yang dapat diperoleh oleh ISP adalah $\max_{P_X, P_Y} \sum_i (a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c)$. Sehingga diperoleh lemma 1a.

Lemma 1a: Jika ISP menggunakan skema pembiayaan *flat fee*, biaya yang dibayarkan akan menjadi $a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c$ dan keuntungannya maksimum yang diperoleh adalah $\sum_i (a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c)$. (2.7)

Kasus 2a: Skema pembiayaan *usage based* untuk konsumen homogen berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* dengan tambahan biaya marjinal dan biaya monitoring (2.8)

Jika ISP memilih menggunakan skema pembiayaan *usage based* maka ditetapkan $P_X > 0$, $P_Y > 0$, dan $P = 0$. Dari persamaan (2.14) dikombinasikan dengan penambahan biaya marjinal dan monitoring, sehingga menjadi: (2.13)

$$\max_{X,Y,Z} aX + bY - P_X X - P_Y Y - (c + tX - c + tY) \quad (2.16)$$

Untuk memaksimalkan fungsi tersebut, maka dilakukan pendiferensialan terhadap persamaan (2.16) terhadap x dan y , sehingga diperoleh:

$$a - (c + t) = P_X \quad (2.17)$$

dan

$$b - (c + t) = P_Y \quad (2.18)$$

Optimasi masalah produsen menjadi :

$$\begin{aligned} \max_{P_X, P_Y} \sum_i (P_X X_i^* + P_Y Y_i^*) = \\ \max_{P_X, P_Y} \sum_i (a - (c + t))X_i^* + (b - (c + t))Y_i^* \\ = \max_{P_X, P_Y} \sum_i (a\bar{X} - (c + t)\bar{X} + b\bar{Y} - (c + t)\bar{Y}) \\ = \max_{P_X, P_Y} \sum_i (a\bar{X} + b\bar{Y} - (c + t)\bar{X} - (c + t)\bar{Y}) \end{aligned} \quad (2.19)$$

Karena X dan Y dibatasi, maka X^* dan Y^* akhirnya akan menjadi \bar{X} dan \bar{Y} . Dengan kata lain, P_X dan P_Y akan menjadi $P_X = a - (c + t)$ dan $P_Y = b - (c + t)$ dengan keuntungan maksimum yang diperoleh adalah $\sum_i (a\bar{X} + b\bar{Y} - (c + t)\bar{X} - (c + t)\bar{Y})$, sehingga diperoleh lemma 2a.

Lemma 2a : Jika ISP menggunakan skema pembiayaan *usage based*, harga optimalnya adalah $P_X = a - (c + t)$ dan $P_Y = b - (c + t)$

dengan keuntungan maksimum yang diperoleh adalah $\sum_i (a\bar{X} + b\bar{Y} - (c + t)\bar{X} - (c + t)\bar{Y})$.

Kasus 3a: Skema pembiayaan *two part tariff* untuk konsumen homogen berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute* dengan tambahan biaya marginal dan biaya monitoring

Jika ISP memilih menggunakan skema pembiayaan *two part tariff* maka ditetapkanlah $P_x > 0$, $P_y > 0$, dan $P > 0$. Persamaan (2.14) dikombinasikan dengan biaya marjinal dan biaya pengawasan, menjadi:

$$\max_{X,Y,Z} aX + bY - P_x X - P_y Y - PZ - c + tX - c + tY \quad (2.20)$$

Untuk memaksimalkan fungsi tersebut, maka dilakukan diferensial terhadap persamaan (2.20) terhadap x dan y , diperoleh:

$$a - (c + t) = P_x \quad (2.21)$$

dan

$$b - (c + t) = P_y$$

dengan menggunakan persamaan (2.21) dan (2.22), substitusikan persamaan tersebut ke pertidaksamaan (2.10) yang merupakan kendala pada optimasi masalah konsumen, sehingga kendala tersebut menjadi:

$$\Leftrightarrow aX + bY - aX - (c + t)X - bY - (c + t)Y - P \geq 0 \quad (2.23)$$

$$\Leftrightarrow P \leq -(c + t)X - bY - (c + t)Y$$

Optimasi Masalah Produsen menjadi:

$$\begin{aligned} \max_{P,P_x,P_y} \sum_i (P_x X^* + P_y Y^* + PZ^*) = \\ \max_{P,P_x,P_y} \sum_i (a - (c + t))X^* + (b - (c + t))Y^* - c + tX - bY - c + tY \\ = \max_{P,P_x,P_y} \sum_i aX - (c + t)X + bY - (c + t)Y \\ \quad - (c + t)X - (c + t)Y \\ = \max_{P,P_x,P_y} \sum_i aX + bY - 2(c + t)X - 2(c + t)Y \quad (2.24) \end{aligned}$$

Karena X dan Y dibatasi, maka X^* dan Y^* akhirnya akan menjadi \bar{X} dan \bar{Y} . Dengan kata lain, P_x dan P_y akan menjadi $P_x = a - (c + t)$ dan $P_y = b - (c + t)$ sedangkan $P = 0$ dengan keuntungan maksimum yang diperoleh adalah $\sum_i aX + bY - 2(c + t)X - 2(c + t)Y$. Maka dari hasil analisis ini diperoleh lemma 3a.

Lemma 3a : Jika ISP menggunakan skema pembiayaan *two part tariff*, harga optimalnya adalah $P_x = a - (c + t)$ dan $P_y = b - (c + t)$ dengan keuntungannya maksimum yang diperoleh adalah $\sum_i aX + bY - 2(c + t)X - 2(c + t)Y$.

Hasil analisis dari lemma 1a, 2a, dan 3a disajikan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Skema Pembiayaan untuk Konsumen Homogen berdasarkan Fungsi Utilitas *Perfect Substitutes* dengan tambahan biaya marginal dan biaya monitoring.

	Kasus 1.a (Flat-Fee)	Kasus 2.a (Usage-Based)	Kasus 3.a (Two-Part Tariff)
Harga yang dikenakan pada konsumen	$P = a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c$	$P_x = a - (c + t)$ dan $P_y = b - (c + t)$	$P_x = a - (c + t)$ dan $P_y = b - (c + t)$
Keuntungan Maksimum	$\sum_i a\bar{X} + b\bar{Y} - (\bar{X} + \bar{Y})c$	$\sum_i (a\bar{X} + b\bar{Y} - (c + t)\bar{X} - (c + t)\bar{Y})$ (2.22)	$\sum_i a\bar{X} + b\bar{Y} - 2(c + t)\bar{X} - 2(c + t)\bar{Y}$

Konsumen Heterogen (High end dan Low end)

Pada kasus konsumen heterogen yang dianalisis adalah konsumen heterogen *high-end* dan *low-end*. Misalkan terdapat m konsumen golongan atas ($i=1$) dan n konsumen golongan bawah ($i=2$). Diasumsikan bahwa setiap konsumen heterogen mempunyai batas atas yang sama \bar{X} dan \bar{Y} dengan masing-masing adalah tingkat konsumsi pada saat jam sibuk dan pada saat jam tidak sibuk, $a_1 > a_2$ dan $b_1 > b_2$.

Optimasi Masalah Konsumen:

$$\max_{X_i,Y_i,Z_i} a_i X_i + b_i Y_i - P_x X_i - P_y Y_i - PZ_i \quad (2.25)$$

dengan kendala :

$$X_i \leq \bar{X}_i Z_i$$

$$Y_i \leq \bar{Y}_i Z_i$$

$$a_i X_i + b_i Y_i - P_x X_i - P_y Y_i - PZ_i \geq 0$$

$$Z_i = 0 \text{ atau } 1$$

Optimasi Masalah Produsen

$$\max_{P,P_x,P_y} m(P_x X_1^* + P_y Y_1^* + PZ_1^*) + n(P_x X_2^* + P_y Y_2^* + PZ_2^*) \quad (2.30)$$

$$\text{dimana } (X_i^*, Y_i^*, Z_i^*) = \text{argmax } a_i X_i + b_i Y_i - P_x X_i - P_y Y_i - PZ_i \quad (2.31)$$

Dengan kendala:

$$X_i \leq \bar{X}_i Z_i$$

$$Y_i \leq \bar{Y}_i Z_i$$

$$a_i X_i + b_i Y_i - P_x X_i - P_y Y_i - PZ_i -$$

$$(X + Y)c \geq 0$$

$$Z_i = 0 \text{ atau } 1$$

Kasus 4a: Skema pembiayaan *flat fee* untuk konsumen heterogen (*high end* dan *low end*) berdasarkan fungsi utilitas *perfect substitute*